

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-200956

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号  
 F 0 2 M 25/07 5 8 0  
 F 0 1 P 7/16 5 0 4

F I  
 F 0 2 M 25/07 5 8 0 E  
 F 0 1 P 7/16 5 0 4 Z

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-3173

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月9日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社  
 東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 ▲崎▼野 義和

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
 工業株式会社内

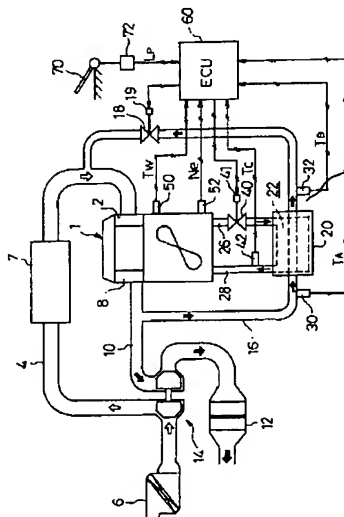
(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

(54) 【発明の名称】 排ガス再循環装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の冷却水を利用してEGRガスを適切に冷却でき、併せて内燃機関の冷却能力の悪化やEGRガスの過冷却を防止可能な排ガス再循環装置を提供する。

【解決手段】 EGR通路に設けられたEGRガス冷却器(20)には冷却水通路(26, 28)を介して内燃機関(1)の冷却水が循環させられており、第1のEGRガス温度検出手段(30)によってEGRガス冷却器通過前のEGRガスの温度が検出され、第2のEGRガス温度検出手段(32)によってEGRガス冷却器通過後のEGRガスの温度が検出され、また冷却水温度検出手段(42)によってEGRガス冷却器から内燃機関へ戻る冷却水の温度が検出され、これらの検出情報に基づいて冷却水制御弁(40)の開度が適切なものに制御される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関からの排ガスの一部をEGRガスとして燃焼室に再循環させるEGR通路と、前記EGR通路に設けられ、EGRガスを通過させ冷却するEGRガス冷却器と、前記内燃機関の冷却水を前記EGRガス冷却器に導き循環させる冷却水通路と、前記EGR通路に設けられ、EGRガス流量を調節するEGR制御弁と、前記冷却水通路に設けられ、冷却水流量を調節する冷却水制御弁と、前記EGRガス冷却器通過前のEGRガスの温度を検出する第1のEGRガス温度検出手段と、前記EGRガス冷却器通過後のEGRガスの温度を検出する第2のEGRガス温度検出手段と、前記EGRガス冷却器から前記内燃機関へ返戻する冷却水の温度を検出する冷却水温度検出手段と、前記第1及び第2のEGRガス温度検出手段と前記冷却水温度検出手段からの検出情報に基づき前記冷却水制御弁の開度を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする排ガス再循環装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記第1及び第2のEGRガス温度検出手段によりそれぞれ検出される前記EGRガス冷却器通過前後のEGRガスの温度差と、前記第1のEGRガス温度検出手段により検出される前記EGRガス冷却器通過前のEGRガス及び前記冷却水温度検出手段により検出される冷却水の温度差との比である温度効率が規定値となるよう前記冷却水制御弁の開度を制御することを特徴とする、請求項1記載の排ガス再循環装置。

【請求項3】 前記制御手段は、さらに前記EGR制御弁の開度を制御するものであって、該制御手段は、前記冷却水温度検出手段により検出される冷却水の温度が第1の所定値より大であるとき前記冷却水制御弁を最大開度とするとともに前記EGR制御弁を閉弁状態とし、前記EGRガス冷却器通過後のEGRガスの温度が第2の所定値より小であるとき前記冷却水制御弁を最小開度とすることを特徴とする、請求項1または2記載の排ガス再循環装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排ガス再循環装置に係り、詳しくは再循環ガスであるEGRガスの温度制御技術に関する。

## 【0002】

【関連する背景技術】一般に、車両に搭載された内燃機関（エンジン）から排出される排ガス中には、窒素酸化物（NOx）等の有害物質が含まれており、特にNOxについては、燃焼温度が高温であるほど発生し易いものとなっている。そこで、該NOxを低減すべく、排ガスの

一部を再循環ガス、即ちEGRガスとして吸気通路に還流させ新気とともに燃焼室に導入し、これにより燃焼を緩慢にし燃焼温度を低く抑えることの可能な排ガス再循環装置（EGR装置）が開発され実用化されている。

【0003】また最近では、EGR通路にEGRガス冷却器を介装してこのEGRガス冷却器に冷却水を導き、該冷却水でEGRガスを予め冷却することで密度を高めるとともに燃焼温度をより一層低下させるよう構成した装置が開発されている。そして、一般にこのような装置では、冷却水としてエンジンの冷却水が利用されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述したような、エンジンの冷却水をEGRガスの冷却に利用する構成の装置の場合、冷却水の温度はエンジンの運転状態に応じて変化するものであり、また同様に排ガス温度もこれに応じて変化するものであるため、EGRガスの温度がこれら冷却水の温度と排ガスの温度に左右され、エンジンの冷却水を単に還流させただけではNOxの発生を安定して低減し続けることができないという問題がある。

【0005】また、EGR通路に導入されたEGRガスの温度が高く且つ量が多いと、エンジンの冷却水がEGRガスから奪う熱量が多くなりエンジンの冷却能力が低下してエンジンがオーバーヒートする虞がある。さらに、EGR通路に導入されたEGRガスの温度が低く且つ量が少ないと、EGRガスがエンジンの冷却水によって過冷却され、これによりEGRガス中の水分が凝結して水滴となりEGRガス中の硫酸成分（SOx）がこれに溶けて例えば硫酸となり、この硫酸がEGR通路の内壁を腐蝕させるという問題もある。

【0006】本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、内燃機関の冷却水を利用してEGRガスを適切に冷却でき、併せて内燃機関の冷却能力の悪化やEGRガスの過冷却を防止可能な排ガス再循環装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、請求項1の発明によれば、内燃機関からの排ガスの一部をEGRガスとして燃焼室に再循環させるEGR通路に設けられたEGRガス冷却器には、冷却水通路により内燃機関の冷却水が循環させられており、EGR通路にはEGR制御弁が、また冷却水通路には冷却水制御弁が設けられている。そして、第1のEGRガス温度検出手段によってEGRガス冷却器通過前のEGRガスの温度が検出され、第2のEGRガス温度検出手段によってEGRガス冷却器通過後のEGRガスの温度が検出され、また冷却水温度検出手段によってEGRガス冷却器から内燃機関へ返戻する冷却水の温度が検出され、これらの検出情報に基づいて上記冷却水制御弁の開度が適

宜制御される。

【0008】従って、EGRガス冷却器通過前後のEGRガスの温度、EGRガス冷却器から内燃機関へ戻る冷却水の温度に応じてEGRガスが適切に冷却可能とされ、NOxの発生が安定して低く抑えられる。また、請求項2の発明では、冷却水制御弁の開度は、第1及び第2のEGRガス温度検出手段によりそれぞれ検出されるEGRガス冷却器通過前後のEGRガスの温度差と第1のEGRガス温度検出手段により検出されるEGRガス冷却器通過前のEGRガス及び冷却水温度検出手段により検出される冷却水の温度差との比、即ち温度効率が予めNOxを良好に低減可能に設定された規定値に向けて制御される。

【0009】従って、EGRガスはNOx低減に適切な温度に冷却されて再循環されることになり、内燃機関の運転状態に拘わらずNOxの発生が常に安定して低く抑えられる。また、請求項3の発明では、冷却水温度検出手段により検出される冷却水の温度が第1の所定値より大であるときには冷却水制御弁が最大開度とされ、ともにEGR制御弁が閉弁状態とされ、一方EGRガス冷却器通過後のEGRガスの温度が第2の所定値より小であるときには冷却水制御弁が最小開度とされる。

【0010】従って、EGR通路に導入されたEGRガスの温度が高く且つ量が多い場合には、EGRガスの再循環が中止されて冷却水の昇温が防止されるとともに、内燃機関の冷却水がEGR通路及びEGRガス冷却器を大量に流れることで冷却水の熱が大気中に放散されて冷却水が良好に冷却され、内燃機関のオーバーヒートが好適に防止される。

【0011】また、EGR通路に導入されたEGRガスの温度が低く且つ量が少ない場合には、内燃機関の冷却水によってEGRガスが冷却されなくなり、故にEGRガス中の水分が凝縮して水滴となることがなくなり、硫酸の生成が抑えられてEGR通路の内壁の腐蝕が好適に防止される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図1を参照すると、車両に搭載された排ガス再循環装置（EGR装置）の概略構成図が示されており、以下同図に基づいて本発明に係る排ガス再循環装置の構成を説明する。

【0013】エンジン（内燃機関）1の吸気ポートに接続された吸気マニホールド2からは吸気管4が延びており、該吸気管4の先端にはエアクリーナ6が接続されている。また、吸気管4には吸気密度を上げるべく吸入空気を冷却するためのインタークーラ7が介装されている。一方、エンジン1の排気ポートに接続された排気マニホールド8からは排気管10が延びており、該排気管10には排ガスの浄化を行う触媒装置12が介装されている。

【0014】また、吸気管4と排気管10間にはターボチャージャ14が介装され、排ガスの圧力によってタービンが回転し吸入空気量が增加するように図られている。さらに、吸気管4と排気管10の間には、排ガス再循環ユニット（EGRユニット）が設けられている。つまり、排気管10からは分岐してEGR管（EGR通路）16が延びており、その先端が吸気管4に接続され、これにより排気管10内を流れる排ガスの一部がEGRガスとして吸気管4内に合流可能とされている。

【0015】EGR管16には、EGRガスの流量を制御する電磁式のEGR弁（EGR制御弁）18の他にEGRガスを冷却するEGRクーラ（EGRガス冷却器）20が介装されている。そして、エンジン1とEGRクーラ20の間には入側冷却水管（冷却水通路）26と出側冷却水管（冷却水通路）28が渡されており、エンジン1を冷却するための冷却水が入側冷却水管26を通過してEGRクーラ20内の冷却タンク22に導かれた後、出側冷却水管28を経て再びエンジン1に戻るようになっている。

【0016】つまり、同図に示すように、EGR管16は、冷却タンク22を貫通するようにしてEGRクーラ20内を通過しており、EGR管16内を流れるEGRガスが冷却タンク22に満たされた冷却水によりEGR管16を介して冷却可能とされている。このようにEGRガスが冷却されると、上述したようにEGRガスの密度が大きくなり燃焼室に導入されるEGRガス量が多くなるとともに、燃焼温度が低下してNOxがより一層低減するという効果がある。

【0017】なお、入側冷却水管26及び出側冷却水管28の内径は、EGR管16内を最大限EGRガスが流れた場合であっても該EGRガスを十分に冷却する冷却水流量を確保可能な大きさとされている。つまり、これらの内径は、EGRガスが最大量流れた場合であっても後述する温度効率 $\eta$ がやはり後述する所定値（規定値） $\eta_0$ に少なくとも等しくなるよう設定されている。

【0018】また、EGR管16のEGRクーラ20近傍の部分にはそれぞれEGRクーラ20上流のEGRガス温度TAを検出する温度センサ（第1のEGRガス温度検出手段）30とEGRクーラ20下流のEGRガス温度TBを検出する温度センサ（第2のEGRガス温度検出手段）32とが設けられている。そして、さらに、入側冷却水管26には冷却水流量を制御する電磁式の冷却水弁（冷却水制御弁）40が介装され、出側冷却水管28にはEGRクーラ20から排出された冷却水の温度、即ち冷却水温度TCを検出する水温センサ（冷却水温度検出手段）42が設けられている。

【0019】また、同図に示すように、エンジン1には、エンジン1内を流れる冷却水温度Twを検出する水温センサ50の他、クランク角に基づいてエンジン回転速度Neを検出するエンジン回転センサ52が設けられ

ている。なお、これら水温センサ50とエンジン回転センサ52とは通常のエンジンであれば一般的に取り付けられているものである。

【0020】電子コントロールユニット(ECU)60は、エンジン1及び車両の各種制御を行うものであり、CPU(中央処理装置)、各種記憶装置(ROM、RAM等)及びタイマ等から構成されている。ECU60の入力側には、上記温度センサ30、32、水温センサ42、50及びエンジン回転センサ52が接続されており、さらに、アクセルペダル70の踏込度合である開度情報10を電気信号に変換しエンジン1の負荷情報Lpとする変換器72や図示しない種々のセンサ類が接続されている。

【0021】一方、ECU60の出力側には、上記EGR弁18のソレノイド部19、冷却水弁40のソレノイド部41の他、図示しない種々の出力装置類が接続されている。以下、このように構成された排ガス再循環装置の本発明に係る作用、即ち、EGRガスの冷却制御について説明する。

【0022】図2を参照すると、本発明に係る排ガス再循環装置におけるEGRガス冷却制御ルーチンのフローチャートが示されており、以下、このフローチャートに沿って説明する。ステップS10では、エンジン1内の冷却水温度Twが所定温度T1以上であるか否かを、エンジン1が始動後十分に暖機したか否かを判別する。判別結果が偽(No)でエンジン1が未だ暖機状態にならないと判定される場合には、次にステップS12に進み、冷却水弁40の開度Vwを最小開度Vminとする。このようにすることにより、冷却水がEGRクーラ20側に流れないようになり、エンジン1の暖機が促進される。

【0023】ステップS10の判別結果が真(Yes)でエンジン1が十分暖機状態にあると判定された場合には、次にステップS14に進む。ステップS14では、EGRクーラ20出口の冷却水温度TCが所定温度(第1の所定値)T2(例えば、100℃)以下であるか否かを判別する。判別結果が偽(No)で冷却水温度TCが所定温度T2よりも大きい場合には、次にステップS16に進み、冷却水弁40の開度Vwを最大開度Vmaxとするとともに、EGR弁18の開度VEGRを全閉状態にする。

【0024】つまり、冷却水温度TCが所定温度T2よりも大きいような場合には、冷却水がEGRガスの熱を奪って過剰に昇温しており、エンジン1を十分に冷却できないような状況と判定でき、このような場合には、EGR弁18を絞ってEGRガスの循環を止めて冷却水が昇温しないようにするとともに、冷却水弁40を略全開として冷却水を大量にEGRクーラ20に導入して昇温した冷却水の熱を入側冷却水管26、出側冷却水管28及びEGRクーラ20を介して大気中に急速に放散させ、冷却水を十分に冷却するようにするのである。これによ

り、エンジン1のオーバーヒートが防止される。

【0025】一方、ステップS14の判別結果が真(Yes)で、冷却水温度TCが所定温度T2以下である場合には、次にステップS18に進む。ステップS18では、上記EGRガス温度TA、TB及び冷却水温度TCとに基づいて温度効率 $\eta$ を次式(1)から算出する。

$$\eta = (TA - TB) / (TA - TC) \quad \dots(1)$$

この温度効率 $\eta$ は、即ちEGRクーラ20におけるEGRガスから冷却水への熱の伝播度合を示す指標であって、この場合、温度効率 $\eta$ の値が値1に近いほどEGRガスの冷却率が高いとみなすことができる。

【0026】そして、次のステップS20では、上記ステップS18で算出した温度効率 $\eta$ が所定値(規定値) $\eta0$ 以上であるか否かを判別する。なお、所定値 $\eta0$ は予めNOxを効率よく低減できる値(例えば、0.9)に設定されている。判別結果が偽(No)で温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta0$ に満たない場合には、EGRガスが十分に冷却されておらずEGRガスの冷却率が小さいとみなし、この場合には、次のステップS22において冷却水弁40の開度Vwを増大させる。これにより、冷却水流量が増量されてEGRガスの冷却能力が向上し、温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta0$ に向けて上昇することになる。

【0027】一方、ステップS20の判別結果が真(Yes)で温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta0$ 以上の場合には、次のステップS24において温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta0$ に等しいか否かを判別する。判別結果が真(Yes)で温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta0$ に一致している場合には、EGRガスが良好に冷却されてNOxが効率よく低減されていると判定でき、次のステップS26において冷却水弁40の開度Vwをそのままに保持する。

【0028】一方、ステップS24の判別結果が偽(No)で温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta0$ より大きい場合には、次にステップS28に進む。ステップS28では、EGRガス温度TBが所定温度(第2の所定値)T3(例えば、100℃)以上であるか否かを判別する。判別結果が偽(No)でEGRガス温度TBが所定温度T3に満たない場合には、次にステップS30に進み、冷却水弁40の開度Vwを最小開度Vminとする。

【0029】つまり、EGRガス温度TBが所定温度T3に満たないような場合には、温度効率 $\eta$ が高くEGRガスの冷却率が良い一方でEGRガスが過冷却となっており、EGRガス中に含まれる水分が凝縮して水となっている處があると判定でき、このような場合には、冷却水弁40を絞り冷却水のEGRクーラ20への導入を中止してEGRガスの冷却を止めるようにするのである。これにより、EGRガス中に含まれるSOx成分が水に溶解硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)となってEGR管16の内壁面に付着することがなくなり、EGR管16の腐蝕が防止される。

【0030】なお、この際、EGR弁18の開度VEGR

を全閉状態としてEGRガスのEGRクーラ20への導入を中止するようにしてもよく、このようにすれば硫酸が一切生成されなくなり、EGR管16の腐蝕がより一層好適に防止される。一方、ステップS28の判別結果が真(Yes)でEGRガス温度TBが所定温度T3以上である場合には、次にステップS32に進み、冷却水弁40の開度Vwを減少させる。これにより、冷却水流量が絞られてEGRガスの冷却能力が低下し、温度効率 $\eta$ が所定値 $\eta_0$ に向けて低下することになる。

【0031】なお、上述した実施形態では、EGRガス温度TA、TB及び冷却水温度TCをそれぞれ温度センサ30、温度センサ32、水温センサ42で検出するようにしているが、EGRガス温度TAについては、エンジン回転センサ52からのエンジン回転速度情報Neとアクセルペダル70の操作に基づく負荷情報Lpとから検出することもできる(第1のEGRガス温度検出手段)。

【0032】つまり、EGRガスは排ガスの一部であるため、負荷情報Lpとエンジン回転速度情報Neとから一義に決定される燃焼温度に基づいて排気管10から分岐した直後のEGRガス温度TAを容易に推定できるのである。具体的には、図3に示すようなエンジン回転速度Neと負荷Lpに対応するEGRガス温度TAのマップを予め実験等により設定しておき、上記EGRガス冷却制御ルーチンのステップS18において、該マップからEGRガス温度TAを読み出し、この値に基づいて温度効率 $\eta$ を算出する。

【0033】これにより、別途温度センサ30を設けることなく、つまり温度センサの数を少なくして部品コストを低減しながら、また故障箇所を減らして装置の信頼性の向上を図りながら、上記同様のEGRガス冷却制御を行うことができる。

【0034】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、請求項1の排ガス再循環装置によれば、EGRガス冷却器通過前後のEGRガスの温度、EGRガス冷却器から内燃機関へ返戻する冷却水の温度に応じてEGRガスを適切に冷却することができ、NOxの発生を安定して低く抑えることができる。

【0035】また、請求項2の排ガス再循環装置によれば、EGRガスをNOx低減に適切な温度に冷却して再循環させることができ、内燃機関の運転状態に拘わらず

NOxの発生を常に安定して低く抑えることができる。また、請求項3の排ガス再循環装置によれば、EGR通路に導入されたEGRガスの温度が高く且つ量が多い場合には、EGRガスの再循環を中止して冷却水の昇温を防止できるとともに、内燃機関の冷却水をEGR通路及びEGRガス冷却器に大量に流すことで冷却水の熱を大気中に放散させて冷却水を良好に冷却させるようにでき、内燃機関のオーバーヒートを好適に防止できる。

【0036】また、EGR通路に導入されたEGRガスの温度が低く且つ量が少ない場合には、内燃機関の冷却水によってEGRガスを冷却させないようにでき、故にEGRガス中の水分が凝縮して水滴とならないようにして硫酸の生成を抑えるようにでき、EGR通路の内壁の腐蝕を好適に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】車両に搭載された本発明に係る排ガス再循環装置の概略構成図を示す図である。

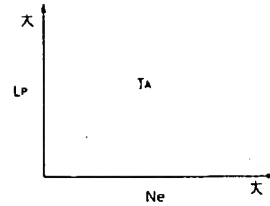
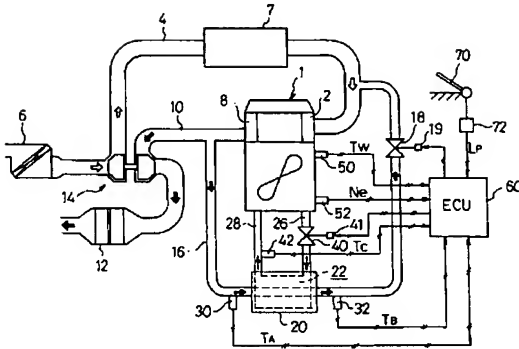
【図2】本発明に係るEGRガス冷却制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】エンジン回転速度Neと負荷Lpに応じて設定されたEGRガス温度TAのマップを示す図である。

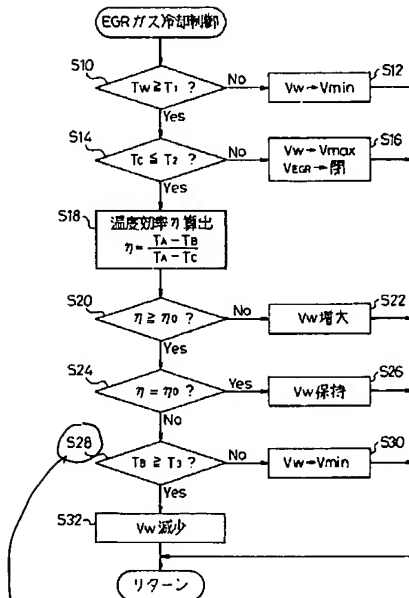
【符号の説明】

- 1 エンジン(内燃機関)
- 4 吸気管
- 10 排気管
- 16 EGR管(EGR通路)
- 18 EGR弁(EGR制御弁)
- 20 EGRクーラ(EGRガス冷却器)
- 22 冷却タンク
- 26 入側冷却水管(冷却水通路)
- 28 出側冷却水管(冷却水通路)
- 30 温度センサ(第1のEGRガス温度検出手段)
- 32 温度センサ(第2のEGRガス温度検出手段)
- 40 冷却水弁(冷却水制御弁)
- 42 水温センサ(冷却水温度検出手段)
- 50 水温センサ
- 52 エンジン回転センサ(第1のEGRガス温度検出手段)
- 60 電子コントロールユニット(ECU)
- 70 アクセルペダル
- 72 変換器(第1のEGRガス温度検出手段)

【図3】



【図2】



EGR gas Temperature  $\cong T_3$  ( $100^\circ\text{C}$ )? If **No** then minimize water valve positi-

PAT-NO: JP411200956A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11200956 A  
TITLE: EXHAUST GAS RECIRCULATION DEVICE  
PUBN-DATE: July 27, 1999

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
SAKINO, YOSHIKAZU N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
MITSUBISHI MOTORS CORP N/A

APPL-NO: JP10003173  
APPL-DATE: January 9, 1998

INT-CL (IPC): F02M025/07, F01P007/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To utilize cooling water of an internal combustion engine, so that EGR gas can be properly cooled, concurrently prevent deterioration of cooling ability and overcooling of EGR gas in the internal combustion engine.

SOLUTION: In an EGR gas cooler 20 provided in an EGR passage, cooling water of an internal combustion engine 1 is circulated through a cooling water passage 26, 28. By a first EGR gas temperature detection means 30, a temperature of EGR gas before passing the EGR gas cooler is detected, by a second EGR gas temperature detection means 32, a temperature of EGR gas after passing the EGR gas cooler is detected, and by a cooling water temperature detection means 42, a temperature of cooling water returned back from the EGR gas cooler to the internal combustion engine is detected. Based on these detection information, an opening of a cooling water control valve 40 is controlled to a proper value.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-200956

(43)Date of publication of application : 27.07.1999

(51)Int.Cl.

F02M 25/07  
F01P 7/16

(21)Application number : 10-003173

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP.

(22)Date of filing : 09.01.1998

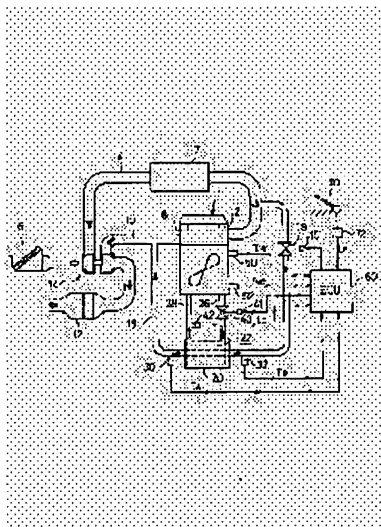
(72)Inventor : SAKINO YOSHIKAZU

## (54) EXHAUST GAS RECIRCULATION DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To utilize cooling water of an internal combustion engine, so that EGR gas can be properly cooled, concurrently prevent deterioration of cooling ability and overcooling of EGR gas in the internal combustion engine.

**SOLUTION:** In an EGR gas cooler 20 provided in an EGR passage, cooling water of an internal combustion engine 1 is circulated through a cooling water passage 26, 28. By a first EGR gas temperature detection means 30, a temperature of EGR gas before passing the EGR gas cooler is detected, by a second EGR gas temperature detection means 32, a temperature of EGR gas after passing the EGR gas cooler is detected, and by a cooling water temperature detection means 42, a temperature of cooling water returned back from the EGR gas cooler to the internal combustion engine is detected. Based on these detection information, an opening of a cooling water control valve 40 is controlled to a proper value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]



[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an internal combustion engine's exhaust gas recirculation, and relates to the temperature control technique of the EGR gas which is a recirculating gas in detail.

[0002]

[A related background technique] Harmful matter, such as nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), is contained in the exhaust gas generally discharged by the internal combustion engine (engine) carried in the car, and especially about NO<sub>x</sub>, it is easy to generate, so that combustion temperature is an elevated temperature. Then, that this NO<sub>x</sub> should be reduced, a part of exhaust gas is made to flow back to an inhalation-of-air path as a recirculating gas, i.e., EGR gas, it introduces into a combustion chamber with new mind, and the possible exhaust gas recirculation (EGR equipment) of making combustion slow by this and stopping combustion temperature low is developed and put in practical use.

[0003] Moreover, recently, an EGR gas condenser is infixed in an EGR path, cooling water is led to this EGR gas condenser, and while raising a consistency by cooling EGR gas beforehand by this cooling water, the equipment constituted so that combustion temperature might be reduced further is developed. And generally with such equipment, engine cooling water is used as cooling water.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In however, the case of the equipment of a configuration of using for cooling of EGR gas the cooling water of an engine which was mentioned above Since the temperature of cooling water is that from which it changes according to engine operational status, and exhaust gas temperature changes according to this similarly, The temperature of EGR gas is influenced by the temperature of these cooling water, and the temperature of exhaust gas, and there is a problem that it is stabilized and reducing generating of NO<sub>x</sub> cannot be continued only by making engine cooling water flow back.

[0005] Moreover, when the temperature of the EGR gas introduced into the EGR path is high and there are many amounts, there is a possibility that the heating value which engine cooling water takes from EGR gas may increase, engine refrigeration capacity may decline, and an engine may overheat. Furthermore, when the temperature of the EGR gas introduced into the EGR path is low and there are few amounts, EGR gas is supercooled with engine cooling water, the moisture in EGR gas condenses by this, it becomes waterdrop, and the sulfur component (SO<sub>x</sub>) in EGR gas melts into this, for example, it becomes a sulfuric acid, and the problem of making the wall of an EGR path corrode also has this sulfuric acid.

[0006] The place which it was made in order that this invention might solve such a trouble, and is made into the purpose is to be able to cool EGR gas appropriately using an internal combustion engine's cooling water, and offer collectively the exhaust gas recirculation which can prevent aggravation of an internal combustion engine's refrigeration capacity, and the supercooling of EGR gas.

[0007]

[Means for Solving the Problem] According to invention of claim 1, in order to attain the above-mentioned purpose, an internal combustion engine's cooling water is circulated by the cooling water path to the EGR gas condenser formed in the EGR path made [ a combustion chamber ] to carry out recycling by making a part of exhaust gas from an internal combustion engine into EGR gas, an EGR control valve is prepared in an EGR path, and the cooling water control valve is prepared in the cooling water path. And the temperature of the cooling water which the temperature of the EGR gas before EGR gas condenser passage is detected by the 1st EGR gas temperature detection means, and the temperature of the EGR gas after EGR gas condenser passage is detected by the 2nd EGR gas temperature detection means, and \*\*\*\* from an EGR gas condenser to an internal combustion engine with a circulating-water-temperature detection means is detected, and the opening of the above-mentioned cooling water control valve is suitably controlled based on such detection information. [0008] Therefore, according to the temperature of the EGR gas before and behind EGR gas condenser passage, and the temperature of the cooling water which \*\*\*\* from an EGR gas condenser to an internal combustion engine, cooling of EGR gas is enabled appropriately, generating of NOx is stabilized, and it is stopped low. Moreover, the opening of a cooling water control valve is controlled by invention of claim 2 towards the default value to which a ratio with the temperature gradient of the cooling water detected by the temperature gradient of the EGR gas before and behind the EGR gas condenser passage detected by the 1st and 2nd EGR gas temperature detection means, respectively, the EGR gas before the EGR gas condenser passage detected by the 1st EGR gas temperature detection means, and the circulating-water-temperature detection means, i.e., temperature efficiency, was beforehand set possible [ reduction ] good in NOx.

[0009] Therefore, recycling of the EGR gas will be cooled and carried out to the suitable temperature for NOx reduction, irrespective of an internal combustion engine's operational status, generating of NOx is always stabilized by it and it is stopped low. Moreover, in invention of claim 3, when the temperature of the cooling water detected by the circulating-water-temperature detection means is size from the 1st predetermined value, while a cooling water control valve is made into the maximum opening, an EGR control valve is made into a clausilium condition, and when the temperature of the EGR gas after EGR gas condenser passage is smallness from the 2nd predetermined value on the other hand, let a cooling water control valve be the minimum opening.

[0010] Therefore, when [ that the temperature of the EGR gas introduced into the EGR path is high and ] there are many amounts, while recycling of EGR gas is stopped and the temperature up of cooling water is prevented, stripping of the heat of cooling water is carried out into atmospheric air because an internal combustion engine's cooling water flows an EGR path and an EGR gas condenser in large quantities, cooling water is cooled good, and overheat of an internal combustion engine is prevented suitably.

[0011] Moreover, when [ that the temperature of the EGR gas introduced into the EGR path is low and ] there are few amounts, EGR gas no longer being cooled with an internal combustion engine's cooling water, therefore the moisture in EGR gas condensing, and becoming waterdrop is lost, generation of a sulfuric acid is suppressed, and the corrosion of the wall of an EGR path is prevented suitably.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained based on a drawing. If drawing 1 is referred to, the outline block diagram of the exhaust gas recirculation (EGR equipment) carried in the car will be shown, and the configuration of the exhaust gas recirculation applied to this invention based on this drawing below will be explained.

[0013] From the inlet manifold 2 connected to the suction port of an engine (internal combustion engine) 1, the inlet pipe 4 is prolonged and the air cleaner 6 is connected at the tip of this inlet pipe 4. Moreover, the intercooler 7 for cooling inhalation air is infixed in order to raise an inhalation-of-air consistency to an inlet pipe 4. On the other hand, from the exhaust manifold 8 connected to the exhaust air port of an engine 1, the exhaust pipe 10 is prolonged and the catalyst equipment 12 which purifies exhaust gas is infixed in this exhaust pipe 10.

[0014] Moreover, a turbocharger 14 is infixed between an inlet pipe 4 and an exhaust pipe 10, and it is planned so that a turbine may rotate and an inhalation air content may increase with the pressure of

exhaust gas. Furthermore, between the inlet pipe 4 and the exhaust pipe 10, the recirculation-of-exhaust-gas unit (EGR unit) is prepared. That is, from the exhaust pipe 10, it branched and the EGR tubing (EGR path) 16 is prolonged, the tip is connected to an inlet pipe 4, and unification of a part of exhaust gas which flows the inside of an exhaust pipe 10 by this in an inlet pipe 4 is enabled as EGR gas.

[0015] EGR cooler (EGR gas condenser) 20 which cools the EGR gas other than the electromagnetic EGR valve (EGR control valve) 18 which controls the flow rate of EGR gas is infixed in the EGR tubing 16. And between the engine 1 and EGR cooler 20, the close side cooling water tubing (cooling water path) 26 and the appearance side cooling water tubing (cooling water path) 28 are passed, and after the cooling water for cooling an engine 1 is led to the cooling tank 22 in EGR cooler 20 through the close side cooling water tubing 26, it enables it to return to an engine 1 again through the appearance side cooling water tubing 28.

[0016] That is, as shown in this drawing, as the EGR tubing 16 penetrates a cooling tank 22, it is running along the inside of EGR cooler 20, and cooling of the EGR gas which flows the inside of the EGR tubing 16 is enabled through the EGR tubing 16 with the cooling water filled by the cooling tank 22. Thus, while the amount of EGR gas which the consistency of EGR gas becomes large and is introduced into a combustion chamber will increase as mentioned above if EGR gas is cooled, it is effective in combustion temperature falling and NOx decreasing further.

[0017] In addition, even if the bore of the close side cooling water tubing 26 and the appearance side cooling water tubing 28 is the case where the maximum EGR gas flows the inside of the EGR tubing 16, let it be the magnitude which can secure the cooling water flow rate which fully cools this EGR gas. That is, these bores are set up so that the temperature efficiency  $\eta$  later mentioned even if EGR gas is a peak \*\*\*\*\* case may become equal to the predetermined value (default value)  $\eta_0$  mentioned later too at least.

[0018] Moreover, the temperature sensor (1st EGR gas temperature detection means) 30 which detects the EGR gas temperature TA of the EGR cooler 20 upstream, respectively, and the temperature sensor (2nd EGR gas temperature detection means) 32 which detects the EGR gas temperature TB of EGR cooler 20 lower stream of a river are formed in the about 20 EGR cooler [ of the EGR tubing 16 ] part. And the electromagnetic cooling water valve (cooling water control valve) 40 which controls a cooling water flow rate is further infixed in the close side cooling water tubing 26, and the coolant temperature sensor (circulating-water-temperature detection means) 42 which detects the temperature TC of the cooling water discharged from EGR cooler 20, i.e., a circulating water temperature, is formed in the appearance side cooling water tubing 28.

[0019] Moreover, as shown in this drawing, the engine rotation sensor 52 which detects an engine speed Ne based on a crank angle besides [ which detects the circulating water temperature Tw which flows the inside of an engine 1 ] a coolant temperature sensor 50 is formed in the engine 1. In addition, if these water temperature sensor 50 and the engine rotation sensor 52 are the usual engines, generally it is attached.

[0020] The electronic control unit (ECU) 60 performs various control of an engine 1 and a car, and consists of a CPU (central processing unit), various storage (ROM, RAM, etc.), a timer, etc. The above-mentioned temperature sensors 30 and 32, coolant temperature sensors 42 and 50, and the engine rotation sensor 52 are connected to the input side of ECU60, and the converter 72 and the various sensors which are not illustrated which change into an electrical signal further the opening information which is the treading-in degree of an accelerator pedal 70, and are made into the load information Lp on an engine 1 are connected to it.

[0021] On the other hand, the various output units which are not illustrated besides the solenoid section 19 of the above-mentioned EGR valve 18 and the solenoid section 41 of the cooling water valve 40 are connected to the output side of ECU60. The operation which relates to this invention of the exhaust gas recirculation constituted in this way hereafter, i.e., cooling control of EGR gas, is explained.

[0022] If drawing 2 is referred to, the flow chart of the EGR gas cooling control routine in the exhaust gas recirculation concerning this invention will be shown, and it will explain along with this flow chart hereafter. At step S10, it distinguishes whether warming up was fully carried out after whether the

circulating water temperature  $T_w$  in an engine 1 being more than predetermined temperature  $T_1$  and an engine 1 starting. When judged with an engine 1 still not having a distinction result in standby in a false (No), next it progresses to step S12, and let opening  $V_w$  of the cooling water valve 40 be the minimum opening  $V_{min}$ . By doing in this way, cooling water ceases to flow to an EGR cooler 20 side, and warming up of an engine 1 is promoted.

[0023] When judged with an engine 1 having the distinction results of enough of step S10 in standby by truth (Yes), it progresses to step S14 next. At step S14, it distinguishes whether the circulating water temperature  $T_C$  of EGR cooler 20 outlet is below the predetermined temperature (1st predetermined value)  $T_2$  (for example, 100 degrees C). When a circulating water temperature  $T_C$  is larger than the predetermined temperature  $T_2$ , while a distinction result progresses to step S16 next and makes opening  $V_w$  of the cooling water valve 40 the maximum opening  $V_{max}$  in a false (No), the opening  $VEGR$  of the EGR valve 18 is changed into a close-by-pass-bulb-completely condition.

[0024] that is, when a circulating water temperature  $T_C$  is larger than the predetermined temperature  $T_2$  Cooling water takes the heat of EGR gas, and is carrying out the temperature up superfluously, and it can judge with the situation which cannot fully cool an engine 1. In such a case While extracting the EGR valve 18, stopping circulation of EGR gas and cooling water's being made not to carry out a temperature up Stripping of the heat of the cooling water which introduced and carried out the temperature up of the cooling water to EGR cooler 20 in large quantities by considering the cooling water valve 40 as abbreviation full open is quickly carried out into atmospheric air through the close side cooling water tubing 26, the appearance side cooling water tubing 28, and EGR cooler 20, and cooling water is fully cooled. Thereby, overheat of an engine 1 is prevented.

[0025] On the other hand, by truth (Yes), the distinction result of step S14 progresses to step S18 next, when a circulating water temperature  $T_C$  is less than [ predetermined temperature  $T_2$  ]. At step S18, temperature efficiency  $\eta$  is computed from a degree type (1) based on the above-mentioned EGR gas temperature  $T_A$  and  $T_B$  and a circulating water temperature  $T_C$ .

$\eta = (T_A - T_B) / (T_A - T_C)$  -- (1) -- the cooling rate of EGR gas is so high that it is the index which shows the propagation degree of the heat from the EGR gas in this temperature efficiency  $\eta$  20, i.e., an EGR cooler, to cooling water and the value of temperature efficiency  $\eta$  is close to a value 1 in this case -- it can be rich and can make.

[0026] And at the following step S20, it distinguishes whether the temperature efficiency  $\eta$  computed at the above-mentioned step S18 is more than predetermined value (default value)  $\eta_0$ . In addition, the predetermined value  $\eta_0$  is set as the value (for example, 0.9) which can reduce NOx efficiently beforehand. When temperature efficiency  $\eta$  does not fulfill [ a distinction result ] the predetermined value  $\eta_0$  with a false (No), EGR gas is not fully cooled, but it considers that the cooling rate of EGR gas is small, and the opening  $V_w$  of the cooling water valve 40 is increased in the following step S22 in this case. By this, the quantity of a cooling water flow rate will be increased, the refrigeration capacity of EGR gas will improve, and temperature efficiency  $\eta$  will rise towards the predetermined value  $\eta_0$ .

[0027] On the other hand, when the distinction result of step S20 is [ temperature efficiency  $\eta$  ] more than predetermined value  $\eta_0$  in truth (Yes), in the following step S24, it distinguishes whether temperature efficiency  $\eta$  is equal to the predetermined value  $\eta_0$ . When the distinction result of temperature efficiency  $\eta$  corresponds with the predetermined value  $\eta_0$  by truth (Yes), EGR gas is cooled good, it can judge with NOx being reduced efficiently, and the opening  $V_w$  of the cooling water valve 40 is held as it is in the following step S26.

[0028] In a false (No), temperature efficiency  $\eta$  progresses [ one side and the distinction result of step S24 ] to step S28 next, in being larger than the predetermined value  $\eta_0$ . At step S28, it distinguishes whether the EGR gas temperature  $T_B$  is more than predetermined temperature (2nd predetermined value)  $T_3$  (for example, 100 degrees C). When the EGR gas temperature  $T_B$  does not fulfill predetermined temperature  $T_3$  with a false (No), it progresses to step S30 next in it, and a distinction result makes opening  $V_w$  of the cooling water valve 40 the minimum opening  $V_{min}$ .

[0029] That is, it can judge with there being a possibility that EGR gas serves as supercooling while the

valve minimum until it is 100°C

cooling rate of EGR gas has highly good temperature efficiency etc, and the moisture contained in EGR gas may condense and it may have become water when the EGR gas temperature TB does not fulfill predetermined temperature T3, and in such a case, the cooling water valve 40 is extracted, the installation to EGR cooler 20 of cooling water is stopped to it, and cooling of EGR gas is stopped to it. The SOx component contained in EGR gas melting into water, serving as a sulfuric acid (H2SO4) by this, and adhering to the internal surface of the EGR tubing 16 is lost, and the corrosion of the EGR tubing 16 is prevented.

[0030] In addition, in this case, if you may make it stop the installation to EGR cooler 20 of EGR gas and it is carried out in this way by making opening VEGR of the EGR valve 18 into a close-by-pass-bulb-completely condition, no sulfuric acid will no longer be generated and the corrosion of the EGR tubing 16 will be prevented much more suitably. On the other hand, by truth (Yes), the distinction result of step S28 progresses to step S32 next, when the EGR gas temperature TB is more than predetermined temperature T3, and it decreases the opening Vw of the cooling water valve 40. By this, a cooling water flow rate will be extracted, the refrigeration capacity of EGR gas will decline, and temperature efficiency etc will fall towards the predetermined value etc 0.

[0031] In addition, with the operation gestalt mentioned above, although he is trying for a temperature sensor 30, a temperature sensor 32, and a coolant temperature sensor 42 to detect the EGR gas temperature TA and TB and a circulating water temperature TC, respectively, about the EGR gas temperature TA, it is also detectable from the engine-speed information Ne from the engine rotation sensor 52, and the load information Lp based on actuation of an accelerator pedal 70 (1st EGR gas temperature detection means).

[0032] That is, since EGR gas is a part of exhaust gas, it can presume easily the EGR gas temperature TA immediately after branching from an exhaust pipe 10 based on the combustion temperature determined as a reason from the load information Lp and the engine-speed information Ne. The map of the EGR gas temperature TA corresponding to an engine speed Ne and Load Lp as shown in drawing 3 is specifically beforehand set up by experiment etc., in step S18 of the above-mentioned EGR gas cooling control routine, the EGR gas temperature TA is read from this map, and temperature efficiency etc is computed based on this value.

[0033] Thereby, the same EGR gas cooling control as the above can be performed [ while lessening the number of temperature sensors and reducing components cost, and ], reducing a failure part and aiming at improvement in the dependability of equipment, without [ that is, ] forming a temperature sensor 30 separately.

[0034]

[Effect of the Invention] According to the exhaust gas recirculation of claim 1, according to the temperature of the EGR gas before and behind EGR gas condenser passage, and the temperature of the cooling water which \*\*\*\* from an EGR gas condenser to an internal combustion engine, EGR gas can be appropriately cooled at the above explanation so that clearly, it is stabilized and generating of NOx can be suppressed low.

[0035] Moreover, according to the exhaust gas recirculation of claim 2, recycling of the EGR gas can be cooled and carried out to the suitable temperature for NOx reduction, irrespective of an internal combustion engine's operational status, it is always stabilized and generating of NOx can be suppressed low. Moreover, when [ that the temperature of the EGR gas introduced into the EGR path is high and ] there are many amounts, while according to the exhaust gas recirculation of claim 3 stopping recycling of EGR gas and being able to prevent the temperature up of cooling water, stripping of the heat of cooling water is carried out into atmospheric air by pouring an internal combustion engine's cooling water in large quantities to an EGR path and an EGR gas condenser, cooling water can be made to cool good, and overheat of an internal combustion engine can be prevented suitably.

[0036] Moreover, when [ that the temperature of the EGR gas introduced into the EGR path is low and ] there are few amounts, it can avoid making EGR gas cool with an internal combustion engine's cooling water, therefore as the moisture in EGR gas condenses and it does not become waterdrop, generation of a sulfuric acid can be suppressed, and the corrosion of the wall of an EGR path can be prevented

suitably.

---

[Translation done.]